

Utilización de la *Spirulina platensis* (*Arthrospira*) para la producción de energía mediante celda de combustión con aguas residuales domésticas como sustrato

Propuesta de Investigación

Carlos A. Peñaloza Casanova
Ingeniería Mecatrónica
Cpenaloza213@unab.edu.co

Jhoan S. Joya Millan
Ingeniería en energía
jjoya243@unab.edu.co

Universidad Autónoma de Bucaramanga

RESUMEN

La demanda de servicios energéticos está aumentando de forma considerable, siendo los combustibles fósiles e hidroeléctricos las fuentes más utilizadas y las que genera mayores impactos ambientales, por ello como alternativa de sostenibilidad en este proyecto se plantea la utilización de *Spirulina platensis* para la producción de energía mediante una celda de combustión con aguas residuales domésticas como sustrato. Los usos reportados de *Spirulina platensis* actualmente están en el área de medicina y nutrición, sin embargo, en este proyecto se utilizará como fuente energético, debido a su potencial de donar electrones durante la fotosíntesis. Se iniciará con el cultivo de la cianobacteria a nivel de laboratorio, posteriormente se adaptará al sustrato del agua residual doméstica vertida en la quebrada "La Iglesia" y finalmente se construirá una celda microbiana, a la cual se le medirá la energía producida en términos de resistencia interna, densidad de potencia y eficiencia coulombica.

ABSTRACT

The demand for energy services is increasing considerably, with fossil fuels and hydroelectric sources being the most used and generating the greatest environmental impacts. so that as an alternative of sustainability in this project it is proposed the use of *Spirulina platensis* for the production of energy by means of a combustion cell with domestic sewage as a substrate. The reported uses of *Spirulina platensis* are currently in the area of medicine and nutrition, however in this project will be used as a source of energy, due to its potential to donate electrons during photosynthesis. It will start with the cultivation of cyanobacteria in the laboratory later it will adapt to the substrate of the domestic wastewater discharged in the "La Iglesia" ravine and finally a microbial cell will be constructed, which will be measured by the energy produced in terms of internal resistance, power density and Coulomb efficiency.

Palabras Clave

Spirulina platensis, aguas residuales, celda de combustión.

Área de Conocimiento

Biotecnología y ambiente.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a los problemas de crisis energética, contaminación ambiental y las dificultades en el tratamiento de aguas residuales, se plantea como una solución, la utilización de *Spirulina platensis* para la producción de energía en celdas de combustión con aguas residuales domésticas como sustrato. *Spirulina platensis* es una cianobacteria utilizada como suplemento alimenticio, en tratamiento de alergias y enfermedades virales y cardiopulmonares (Ramírez y Olvera, 2006) y en la producción de luz debido al flujo de electrones que produce en etapas de crecimiento. Esta última característica se utilizará con el fin convertir la energía química que producen en su metabolismo en energía eléctrica mediante una celda de combustión que permitirá conducir el flujo eléctrico a un circuito externo para realizar mediciones eléctricas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

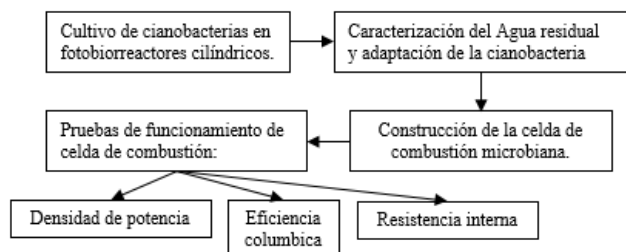
Utilizar *Spirulina platensis* (*Arthrospira*) para la producción de energía mediante celda de combustión con aguas residuales domésticas como sustrato.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar las características y las condiciones de cultivo de la cianobacteria *Spirulina platensis* (*Arthrospira*).

- Adaptar la cianobacteria *Spirulina platensis* (*Arthrospira*) en aguas residuales domésticas a escala laboratorio.
- Evaluar las condiciones para el funcionamiento de la celda de combustión microbiana en términos de densidad de potencia, eficiencia coulombica y resistencia interna.

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN



Cultivo de *Spirulina platensis*

Se tomará 250 ml de la muestra de la cianobacteria obtenida del laboratorio del centro de investigación CINBBYA y se llevará a condiciones del laboratorio con las siguientes características: Dilución 1: 1 de la muestra y medio de cultivo Zarrouk, iluminación con luz solar, con fotoperiodos de 12:12, temperatura ambiente y flujo de entrada de CO₂ y agitación mediante burbujeo en reactores tipo batch. Se realizará seguimiento al crecimiento mediante pruebas de biomasa y toma de pH, temperatura y oxígeno disuelto interdiario.

Adaptación *Spirulina platensis* en aguas residuales

Se tomará 10 litros de agua residual doméstica de la quebrada “La Iglesia”. Después de obtener el agua residual, se procederá a realizar una caracterización físico química determinando parámetros como DQO, DBO, oxígeno disuelto, pH, N, P, K y a eliminar todo tipo de microorganismo presente allí por medio de la esterilización en autoclave. Finalmente se adaptará el agua residual con la cianobacteria como se muestra en la tabla 1 con dichos porcentajes.

Tabla 1. Porcentajes de adaptación en aguas residuales

Adaptación	Reactor 1	Reactor 2	Reactor 3
% Agua residual	30	60	100
% Cianobacteria	70	40	0

Construcción y funcionamiento de celda de combustión (CCM)

Una CCM típicamente está compuesta por dos cámaras (Fig. 1), una anoxigénica y otra oxigénica, en medio de las cuales hay un separador. La cámara anoxigénica contiene sustratos orgánicos que al oxidarse por acción de los microorganismos, generan electrones, protones y CO₂. En cada una de las cámaras se coloca un electrodo, el ánodo y el cátodo (Du y otros, 2007), una vez los electrones se liberan en la cámara anódica, éstos son captados por el ánodo y posteriormente transferidos hacia el cátodo mediante un circuito externo (Figueredo, Olaya y Cortón, 2014). Para *Spirulina platensis*, las dos cámaras estarán con aireación.

Se determinará los elementos específicos de las cámaras mediante revisión bibliográfica y ensayos experimentales. Para evaluar el comportamiento eléctrico de la celda microbiana, se analizará los siguientes parámetros: La densidad de potencia (DP), la eficiencia

coulombica (EC) y la resistencia interna (RI). Los cuáles serán medidos con equipos y calculado como indica Luo y otros, (2010).

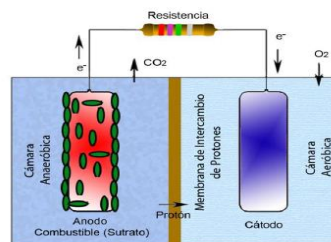


Figura 1. Detalles principales de una CCM de cámara doble. Modificada a partir de Du et al. (2007).

4. REFERENTES TEÓRICOS

Spirulina platensis es una cianobacteria planctónicas que forman una población masiva en cuerpos de agua tropical y subtropical caracterizado por altos niveles de carbonato y bicarbonato y el pH alto (Tomaselli, 2002). Una CCM convierte un sustrato biodegradable directamente a electricidad. Esto se consigue cuando las bacterias, a través de su metabolismo, transfieren electrones desde un donador, tal como la glucosa, a un aceptor de electrones. En una CCM las bacterias no transfieren directamente los electrones producidos a su aceptor terminal, sino que éstos son desviados hacia el ánodo (Rabaey et al., 2005).

5. CRONOGRAMA

Tabla 2. Cronograma de actividades

Objetivo	Actividad	Tiempo(Mes)					
		2	4	6	8	10	12
Objetivo 1.	Actividad 1: Cultivo y crecimiento de la cianobacteria.	x	x				
Objetivo 2.	Actividad 3: Caracterización fisicoquímica y adaptación del agua residual con la cianobacteria.			x	x		
Objetivo 3.	Actividad 6: Diseño de la celda microbiana. Actividad 7: Pruebas para evaluar el funcionamiento de la celda microbiana.					x	x
						x	x
							x

6. RESULTADOS ESPERADOS

- Características generales de *Spirulina platensis* y su condición de cultivo, mediante informe.
- Fotobiorreactor con *Spirulina platensis*.
- Celda de combustión de *Arthrospira platensis* y su generación de energía.

7. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Semillero	BUIATA
Tutor del Proyecto	Dra. Graciela Chálela Álvarez Ing. Yohana Castro Hernández
Grupo de Investigación	Biología y ambiente
Línea de Investigación	Biología
Fecha de Presentación	6 de Octubre de 2017

8. REFERENCIAS

Du, Z., H. Li y T. Gu, (2007). A state of the art review on microbial fuel cells: A promising technology for wastewater treatment and bioenergy, *Biotechnology Advances*: 25 (5), 464-482.

Figueredo, F., Olaya, A. y Cortón, E. (2014) Celdas de combustión basadas en el metabolismo fotosintético. *Química Viva*, 3, Buenos Aires, Argentina.

Luo, Y., R. Zhang, G. Liu, J. Li, M. Li y C. Zhang (2010), Electricity generation from indole and microbial community analysis in the microbial fuel cell, *Journal of Hazardous Materials*: 176 (1-3), 759-764.

Rabaey K, Verstraete W., (2005), Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. *Trends Biotechnol.* 23: 291-298.

Ramírez, L. y Olvera, R., (2006), Uso tradicional y actual de *Spirulina* spp. *Interciencia*, Caracas, Venezuela.

Tomaselli, L., (2002). *Spirulina platensis* (Arthrospira): Physiology, Cell-biology and Biotechnology. Taylor & Francis. USA. 1-2.